

定量化を考えた高校生物の生態実習

——水生こん虫の現存量および食性を中心として——

県立村上桜ヶ丘高等学校教諭 帆 莉 信 夫

I はじめに

高校の生物では観察の項が少なく、生態単元でさえほとんど省略されている。しかし最近の生態学は、定量的な方法の導入によって急速に発達し、公害や汚水の問題からダム建設や埋め立てにいたるまで、産業面とも密接なつながりをもって来た。

このことから今後高校生物での生態単元においても、定量的な方法による野外観察を取り入れる必要があると考え、河川生物を対象として生徒観察をおこなったので、その結果について報告したい。

II 水生生物の教材化

教科書にあげられている単元「生物の集団と環境」については、グラフなどを用い、量的な表現を加えて基礎的な概念を明らかにしようとする立場も、いく分かはとり入れられているが、実験的な扱いや身近な具体例は少ない。そこで筆者は、容易に観察できる材料として水生生物を取りあげ、実験観察のカリキュラムをくんでみた。なお水生生物の教材化には次のような利点がある。

◎湖沼などは環境解析が陸地にくらべて容易である。◎水生生物は量的採集が容易である。◎日常生活に直結している場合があって、生徒に関心をもたせることが容易である。(汚水との関係、水力発電と水生こん虫、漁業など)。

また、生態単元としてとりあげられる問題には次のようなものがある。

(1) 生活と環境 ア. 環境……水生こん虫と河床および汚水、プランクトンと透明度および酸素量、泥質とベントスなどの相互関係、および水生こん虫の生活形、イ. 生物相互の関係……プランクトンと魚類、水生こん虫と魚類のなわばりおよびすみわけ、魚類と水生こん虫の食性。

(2) 生物の集団——水生こん虫の現存量と優占種、プランクトンの季節変化、微小水域でのプランクトンのせん移、プランクトンとベントスの深度別分布、湖沼の生態系、水生こん虫の分布。

III 観察のさせ方

(1) 観察させた場所と地点

観察の実施場所としては、危険度や観察地域の広さなどを考慮して学校に近い三面川を選び、そこに上流から下流にかけ、10地点をもうけて、調査をおこなわせた(図I参照)。

(2) 測定方法

水温は棒状温度計、PH は比色法、流速は流速計を用いてはかり、溶存酸素量はウインクラー法で、塩素は硝酸銀、 KMnO_4 の消費量はシュウ酸を用いて定量した。また、透視度は5号活字を基準

とし測定した。水生こん虫は50cm×50cmのコドラード内の全個体数とその重量を調べ、食性については胸部および腹部を切り開いて顕微鏡で観察した。

(3) 事前指導

あらかじめ採集した水生こん虫の幼虫を観察させ、分類の特徴を認識させたほか、スライドによって生息場所、採集方法、測定方法についても指導しておいた。そのため

の時間は1時間あてた。

(4) 実習の班別と実習時間

クラスを4名単位として10班にわけ、環境を測定する班、静止域を採集する班、流水域を採集する班に分けて実施、標本

はホルマリン、アルコールに漬けた。そして、ひとりひとりにピンセット、標本ピンをもたせた。時間は各クラスとも3～4時間を使用した。

(5) 教室での実習

教室では採集した水生こん虫を観察させ、はじめに種類別に分け、1m²中の個体数および重量を測定して現存量および優占種を求めさせた。そのあとで生活形、食物および河床別の比較をさせた。最後に、実施したクラスのをまとめ、クラブで調べた資料もあわせて表を作り、三面川の水生こん虫相と分布状態を明らかにさせ、食物関係、水質との関係などを考察させた。時間は2～3時間あてた。

IV 実習の結果によってえられた三面川の生物と環境について

(1) 水質

水質については表1の通りであるが、このうちKMnO₄の消費量をみると、下流に行くほど栄養化が進んでいる。塩素は地点1で多くなっているが、これは海の影響によるものであろう。透視度は地点1と地点6が小さくなっているが、地点1は村上市をはじめとする他の部落からの汚水の流入のため、地点6はダムからの濁水によるものである。

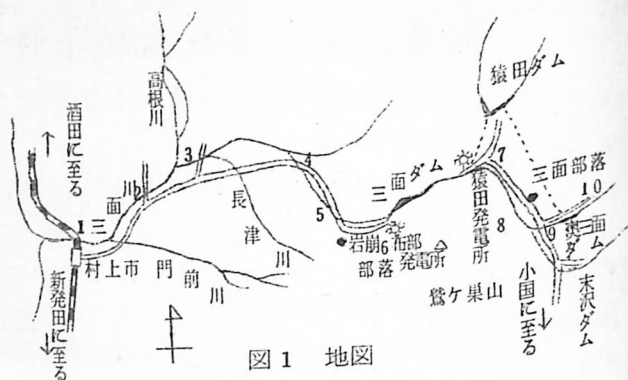


図1 地図

表1 各地点の水質 (1967年8月)

地 点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	瀬波橋	水明橋	朝日村役場	布部	干縄	三面ダムの下	猿田川の出合	三面	奥三面ダム下	奥三面ダム上
水 温	19	19	18	17	17	16	14	14.5	12	12
PH	6.8	6.8	6.8	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
透視度 cm	38	46	61	54	50	36	199	248	264	255
溶存酸素量	6.01	5.78	6.29	6.49	6.58	6.59	6.86	6.88	6.90	6.79
塩 素 量	36	13	9	8	7	8	6	7	6	6
KMnO ₄	38.4	19.5	20.7	13.0	11	9.3	8.1	6.6	5.9	6.4

表2 各地点で採集した水生こん虫

クラスで採集したものは31あるが、生物クラブ員の採集したものに加えると59種のもの、おもなものはトビケラ、ゲラ、カゲロウの幼虫である。三面ダムより上流は量的種類数においても、下流より多い。

地点ともヒゲナガカワトビケラが優占種になっている。現存数は最低が地点6の1918gで、地点9の13464gである。透視度の小さい地点1、地点2では現存量も少ない。水生こん虫との関係を示すデータであるが、地点6では、またにもダムの放水の影響を受けているようである。

採集した水生こん虫を生活形からみると、各地点とも造網形が多く、次にほふく形になっているが、これは三面川の水質と虫相がわりあいに安定していることを示している。

水生こん虫を河床別の現存量からみると、地点1から地点4までは流水域>静止域になってい

る。生活形からみると流水域では造網形が多いが、静止域では造網形はほとんどみられず、かわりてほふく形が多くなっている。これは造網形は網を張って流れて来るものを食物としているため、流水域で多く生息するようになり、遊泳形は流水域では流されるため、定着できないことから少なくみられるのである。

種 名	生活形	地点1	地点2	地点3	地点4
Paraleptophlebia sp.	ほふく形		+		+
ヒメトビイロカゲロウ	ほふく形		+		
オオマダラカゲロウ	ほふく形	+	+	+	+
クロマダラカゲロウ	ほふく形		+	+	+
フタバカゲロウ	遊泳形	+	+	+	+
シロハラコカゲロウ	遊泳形	+	+	+	+
コカゲロウ	遊泳形	+	+	+	+
チラカゲロウ	遊泳形		+	+	+
ウエノヒラタカゲロウ	ほふく形	+	+	+	+
ユミモンヒラタカゲロウ	ほふく形				+
エルモンヒラタカゲロウ	ほふく形	+	+	+	+
ミヤタニガワカゲロウ	遊泳形			+	+
フタバコカゲロウ	遊泳形			+	+
ヤマトクロカワゲラ	ほふく形	+		+	+
Isogenus sp.	ほふく形	+			
カミムラカワゲラ	ほふく形	+	+	+	+
オオクラカケカワゲラ	ほふく形	+	+	+	+
フタモンミドリカワゲラ	ほふく形			+	
Alloperla sp.	ほふく形		+	+	
Rhyacophila sp.RE	ほふく形		+		
オオナガレトビケラ	ほふく形	+	+		+
ヒゲナガカワトビケラ	造網形	+	+	+	
チャバネヒゲナガカワトビケラ	造網形	+	+	+	+
Psychomyia sp.	造網形	+			
Arctopsyche sp. C	造網形		+		
ウルマーシマトビケラ	造網形	+	+		+
ヒラタドROMシ	固着形		+	+	
ニホンアミカ	固着形		+	+	+
ユスリカ	堀潜形	+	+	+	
ヒメアメンボ			+	+	
アメンボ			+		

トビケラなど動物性の食物をとっていた。以上のことから、この三面川における食物連鎖はケイソウが生産者になっており、第1次消費者としてカゲロウ、トビケラの幼虫があげられ、第2次消費者としてカワゲラの幼虫があげられるようである。

表3 水生こん虫の生活形からみた河床別の現存量(1m²)

地 点	地 点 形			地 点 9		
河床形	平 瀬	早 瀬	淵	平 瀬	早 瀬	淵
造網形	1,213	2,991	14	7,134	9,634	0
固着形	213	62	41	0	0	0
はふく形	1,141	931	911	4,896	3,942	3,991
遊泳形	261	4	461	461	82	2,163
掘潜形	66	0	142	0	0	115
	2,894	3,988	1,569	12,491	13,576	6,569

V 授業の実際

(1) 授業のねらい

この野外実習のねらいは、教科書にでている内容、すなわち優占種、生活形、食物連鎖、分布、すみわけなどをより良く理解させ、自然を見る観察力を身につけさせることと、定量的な考え方を身につけさせることにある。

(2) 授業の展開

ア。水生こん虫をスケッチさせる(形態の特徴のは握、生活形の理解)。

イ。1m²の現存量および個体数を測定させる(生産の数概念の理解)。ウ。

生活形ごとの現存量を算出させる(環境との関係)。エ。食性を調査させる。消化管内容物のスケッチ、消化管内容物の量を被度(C, C, +, r, rrなど)であらわす。

以上のような調査データを4クラス分すべてまとめて表示し、これについて次のような点について考えさせてみた。

1. 水質と比べてみて、水生こん虫は一般にどんな場所に生息する傾向があるか(清冽、やゝ汚濁している場所、汚濁している場所)。
2. 河床別にみて現存量の最も多い場所はどこか。
3. 流水域に多く、静止域にはほとんど生息していない水生こん虫は、どんな生活形のものか。
4. それはなぜか、その理由。
5. 流水域に少なく、静止域に多く生息している水生こん虫は、どんな生活形のものか。
6. それはなぜか、その理由。
7. 上流だけに生息しているもの、下流だけに生息しているものをあげ、どういう傾向がみられるか答えよ。

表4 各地点の生活形からみた河床別現存量(クラス)(1m²)

地 点	地 点 1		地 点 2		地 点 3		地 点 4	
河床形	流水域	静止域	平 瀬	淵	平 瀬	淵	平 瀬	淵
造網形	845	156	1,130	40	1,460	0	1,574	0
はふく形	504	480	955	789	930	920	916	920
遊泳形	84	437	240	730	60	806	14	515
固着形			374	66	210	36	150	21
掘潜形								
合 計	1,433	1,068	2,699	1,625	2,660	1,752	2,654	1,456

レポートに生活形を調べて出した生徒数は160人中48人である。これをまとめたもの

8. 食物連鎖についてまとめてみよ。

9. 水力発電に害を及ぼすこん虫はどんな生活形をしているものか、また、それはなぜか。

10. 各地点の優占種をあげよ。また、三面川全体をとおしてみたときには、どんな生活形のこん虫が多いか。

11. このような生活形のこん虫が多いということと、三面川の特徴との関係についてのべよ。

以上の問題を生徒の解答からみると、2, 3, 5, 10はほとんど全員正しい解答を出しているが、1, 4, 6, 8を解答した人は50

％ぐらいで、そのうち1は透視度などに関係づけて解答した生徒が少なかった。また、7, 9, 11を解答した生徒は少なく、特に11はほとんどいなかった。2, 3, 5, 10は表をみれば解答できるが、7, 9, 11は表をみて考える必要があり、かなり程度が高く、とくに11は本校の生徒には程度が高すぎたため、多くの生徒は解答できなかったであろう。またレポートをみると、優占種は流水域ではヒゲナガカワトビケラをあげた生徒は非常に多く、理由として、個体の重量が大きい、清冽の所を好み性質が強い、造網形で流れて来たものを捕獲して食べているので流水域の方が有利である。などをあげた生徒もいたが、最後の解答を出した生徒は非常に少なかった。静止域での優占種をあげた生徒もかなり多くいたが、種類はまちまちであった。

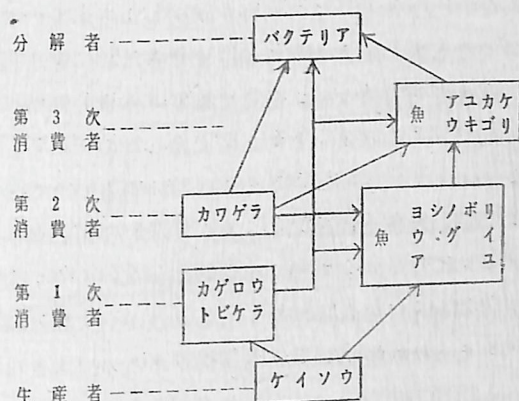
実習実施後のテストに対する理解度については以上のようなものである。

授業の進め方のなかでは、コドラート内の個体数を種類ごとに測定させるときに、種の同定ということが大きな問題としてのこされた。けっきょく生徒の力ではむりなので、カゲロウ、カワゲラ、トビケラなど科以上の分類でとどめるほかはないように思われた。また生活形についても分けることが困難であつたらしく、多くの生徒は参考書で決定しており、実際に現場をみて分けた生徒は非常に少なく、それも造網形、ほふく形しか見分けることができなかったようである。次に食性については、筆者はおそらく困難でないかと考えたが、予想とは反対に生徒にとってはわりあい容易であつたらしく、全部の生徒が観察している。これはおそらく水生こん虫が食性としてとっているものが、広範囲にわたらず、わりあい単純であるためであろう。

VI 野外調査の問題点

野外実習を行なって最も問題になる点は、かなりの時間を使っている点であろう。すなわち実習は2時間ぐらいが適当と思うが、筆者はこの実習で7～10時間かけている。本校の生物の時間は週3時間なので、2～3週間分にわたっていることになる。しかし、本校の生徒のレベルと教科書

図II 食物関係



の内容および時間数とを考えると、教科書にもられた高校生物の内容を全般的にわたって、正しく理解させることは非常に困難である。そうなると生徒が完全に理解できなくとも、平面的かもしれないがひとりの内容を説明した方がよいのか、地域性を生かして重要なところをとりあげ、科学的なものの見方を身につけさせるために重点指導を行なった方がよいのか、ということについて苦慮せざるを得ない。そこで筆者は本校の実情にてらして後者を選び、多少の時間を費やしてもその効果があれば良いと考えて実施したのである。しかしなお時間のロスが大きすぎるのが難点で、短時間で能率的にやる方法はないかということについて、さらに検討してみる必要があると考えている。設備も問題であった。すなわち現存量については、単位がmgであるため化学天秤、直示天秤になるが、本校では台数が少ないので、全生徒が測定できなかった。そのためやむを得ず重量係数を用いることになってしまうが、実際とはかなりのちがいができてしまった。設備の充実ということは時間数軽減とも関係があるので大きな課題である。また生活形、種の同定についてはもっと指導方法を考える必要があるだろう。

おわりに

この実習全般を通して生徒の側にかなりの反応がみられ、自然界のできごとに関心をいだくようになった生徒もふえ、筆者のところへの質問も多くなった。また海から6 Kmも離れた水明橋でシロウオの産卵がみられたり、ウキゴリおよびトビケラ、ヨシノボリの産卵状況をみるなど筆者自身もいろいろと勉強になるところが多かった。問題点はあるにしても、地域性をもたせ、自然への観察力をいくらかでも持たせることができ、また、定量的にものを考えて行くことを、少しでも知らせることができたことは一応成功したものと考え、今後いろいろと検討して、さらに充実した実践をかさねて行きたい。

最後にこの実習にあたり、いろいろとご指導およびご協力をいただいた、本校校長佐藤説治、本校教頭富樫邦男、本校教諭永田昭二郎、金子賢、武田鉄三、藤川忠男、本校養護教諭高橋ミサヲの各先生に厚くお礼申し上げる。

参考文献

- 津田松苗(1962); 水生昆虫学 北隆館。 津田松苗(1964); 汚水生物学 北隆館。 水野寿彦(1965); 動物生態野外観察の方法 築地書館。 本田啓七(1963); 生態に関する学習をどのようにするか 理科研究集録1 P26~30 新潟県立理科センター。 小林敬(1965); 生物クラブ指導の中から得た高校生物教育の問題点 教育実践研究集録1 P119~123 新潟県立教育研究所。 村山 均(1967); 高校における生態単元の指導—とくに貝類の分布を中心として— 教育実践研究集録1 P205~210 新潟県立教育センター。 川部浩哉(1965); 河川 科学の実験16, 1, P40~43 共立出版。 津田松苗(1961); 生物学的水質判定研究のまとめ 淡水生物1 P1~3 奈良女子大学理学部動物教室。 津田松苗(1961); Bech氏法の再検討 淡水生物1 P4~5 奈良女子大学理学部動物教室。 山田満里(1966); 吉野川筏場の水生昆虫の消化管内容物 淡水生物1 P11~14 奈良女子大学理学部動物教室。